

502413

10 Rec'd

23.03.2004

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Juli 2003 (31.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/063290 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01Q**

[CH/CH]; Kasernenstrasse 30, CH-9100 Herisau (CH).
SPIRIG, Eugen [CH/CH]; Sandstrasse 11, CH-9444
Diepoldsau (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH03/00053

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2003 (23.01.2003)

(74) Anwalt: **OTTOW, Jens, M.**; Isler & Pedrazzini AG, Gotthardstrasse 53, Postfach 6940, CH-8023 Zürich (CH).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
112/02 24. Januar 2002 (24.01.2002) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **HUBER + SUHNER AG** [CH/CH]; Degersheimer-
strasse 14, CH-9100 Herisau (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT
(Gebrauchsmuster), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster),
CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster),
DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI (Ge-
brauchsmuster), FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK (Ge-
brauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

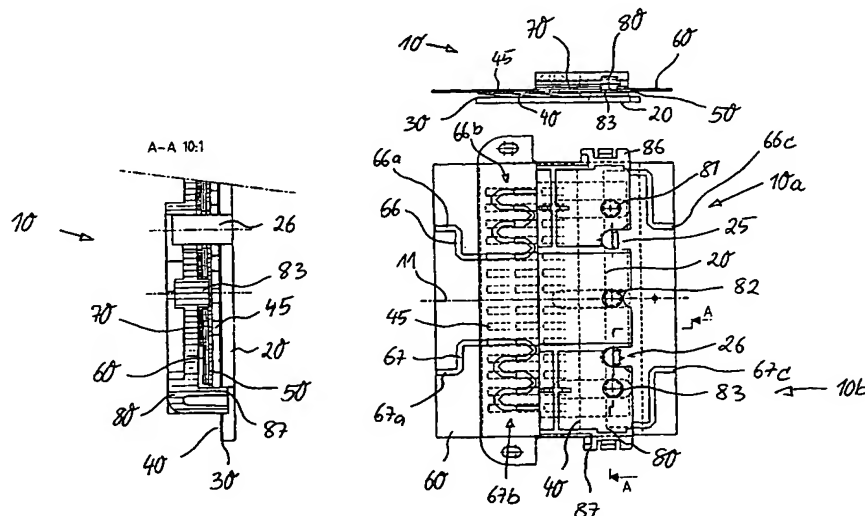
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEINIGER, Markus**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PHASE-SHIFTING SYSTEM AND ANTENNA FIELD COMPRISING SUCH A PHASE-SHIFTING SYSTEM

(54) Bezeichnung: PHASENSCHIEBERANORDNUNG SOWIE ANTENNENFELD MIT EINER SOLCHEN PHASENSCHIEBERANORDNUNG



(57) Abstract: Disclosed is a phase-shifting system (10) which is used particularly for electrically swiveling the direction of beam of an antenna comprising several radiators with two planes of polarization. The inventive phase-shifting system comprises two jointly changeable phase shifters (10a,b) with microstrip lines (66, 67) associated thereto. The electrical length of each of said phase shifters (10a,b) can be changed by a dielectric (70) which is slidable above the microstrip lines (66, 67). Such a phase-shifting system offers a simplified design and added functional safety by arranging the microstrip lines (66, 67) of both phase shifters (10a,b) in parallel next to each other and by providing a common slidable dielectric (70) in order to change the electrical length of the microstrip lines (66, 67) of both phase shifters (10a,b).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/063290 A2



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Phasenschieberanordnung (10), die insbesondere zum elektrischen Verschwenken der Abstrahlrichtung eines mehrere Strahler mit zwei Polarisierungsebenen umfassenden Antennenfeldes vorgesehen ist, umfasst zwei gemeinsam veränderbare Phasenschieber (10a,b) mit zugehörigen Mikrostreifenleitungen (66, 67), deren elektrische Länge jeweils durch ein über den Mikrostreifenleitungen (66, 67) verschiebbar angeordnetes Dielektrikum (70) veränderbar ist. Bei einer solchen Phasenschieberanordnung wird ein vereinfachter Aufbau und eine erhöhte Funktionssicherheit dadurch erreicht, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67) beider Phasenschieber (10a,b) parallel nebeneinander angeordnet sind, und dass zur Veränderung der elektrischen Länge der Mikrostreifenleitungen (66, 67) beider Phasenschieber (10a,b) ein gemeinsames, verschiebbares Dielektrikum (70) vorgesehen ist.

5

10

15

BESCHREIBUNG

20

PHASENSCHIEBERANORDNUNG SOWIE ANTENNENFELD MIT EINER SOL- CHEN PHASENSCHIEBERANORDNUNG

TECHNISCHES GEBIET

25

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der HF-Technik. Sie betrifft einen Phasenschieberanordnung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Antennenfeld mit einer solchen Phasenschieberanordnung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 17.

30

Eine solche Phasenschieberanordnung bzw. ein solches Antennenfeld ist z.B. aus der Druckschrift US-B1-6,310,585 bekannt.

STAND DER TECHNIK

In der Technik des Mobilfunks sind seit längerem für die Ausrüstung der Basisstationen Antennenfelder ("antenna arrays") bzw. Antennen bekannt, bei denen mehrere einzelne Strahler in einer Anbaurichtung hintereinander angeordnet sind und über ein gemeinsames Speisenetzwerk angesteuert werden. Um den unterschiedlichen Gegebenheiten am Ort der jeweiligen Basisstation und der Wechselwirkung mit anderen Basisstationen besser Rechnung tragen zu können, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Antennen mit einer Möglichkeit zum Verkippen ("down tilt") zu versehen. Dies kann grundsätzlich auf rein mechanischem Wege geschehen, indem die Antenne an ihren Befestigungspunkten am Mast verstellbar ausgebildet ist. Nachteilig ist dabei, dass eine derartige mechanische Verkipfung nur mit viel Aufwand einzustellen und zu verändern ist und üblicherweise ein Besteigen des Mastes erforderlich macht.

Es ist daher vielfach vorgeschlagen worden, die Verkipfung auf elektrischem Wege zu verwirklichen ("electrical down tilt"), indem bei ortsfester Antenne die einzelnen Strahler der Antenne bzw. des Antennenfeldes derart mit unterschiedlicher Phase angesteuert werden, dass die aus der Ueberlagerung der phasenverschobenen Felder der einzelnen Strahler gebildete Strahlungskeule in gewünschter Weise gekippt wird ("phased array"). Beispiele für einen derartigen elektrischen "down tilt" sind aus der US-A-6,198,458 oder aus der US-A-5,801,600 oder aus der US-A-5,905,462 bekannt. Eingesetzt werden dabei spezielle differentielle (siehe auch die DE-A1-199 11 905 oder US-A-5,949,303) oder andere Phasenschieber, die im Speisenetzwerk der Antenne zwischen den einzelnen Strahler angeordnet sind und z.B. über ein Gestänge mittels eines motorischen Antriebs gemeinsam verstellt werden können (siehe auch die US-A-5,798,675). Durch die einfache, elektrisch steuerbare Verstellbarkeit ergibt sich dabei auch die Möglichkeit einer Fernverstellung aus einem Kontrollzentrum oder dgl. ("remote tilt control").

Kombinationen aus mechanischer und elektrischer Verkipfung sind ebenfalls denkbar (US-A-5,440,318).

Bei den neueren Uebertragungsverfahren der Mobilfunktechnik mit hoher Daten-
5 übertragungsrate, wie sie z.B. unter der Abkürzung UMTS bekannt sind, wird zunehmend dazu übergegangen, zweifach polarisierte Antennen ("dual polarized antennas") einzusetzen, um den Effekt der "polarization diversity" ausnutzen zu können, bei der Daten auf Funkwellen unterschiedlicher Polarisation zur Erhöhung der Uebertragungssicherheit mehrfach übertragen werden können. Die Strahler in
10 diesen Antennen weisen dabei jeweils zwei Strahlerelemente für die beiden Polarisationen auf und sind beispielsweise als Kreuzdipole oder entsprechend ausgelegte Patchstrahler konfiguriert.

Auch für die zweifach polarisierten Antennen bzw. Antennenfelder ist bereits in der
15 eingangs genannten Druckschrift US-A-6,310,585 eine elektrisch gesteuerte Verkipfung mittels Phasenschiebern vorgeschlagen worden. Dazu wird jedem der beiden Strahlerelemente eines Strahlers innerhalb des Speisenetzwerkes jeweils ein Phasenschieber (40 in Fig. 1; 440 in Fig. 3) zugeordnet, bei dem beispielsweise eine Mikrostreifenleitung durch ein verschiebbar angeordnetes Dielektrikum
20 mehr oder weniger stark überdeckt wird (Spalte 3, Zeilen 61-65; Spalte 5, Zeilen 1-18). Einzelheiten der Phasenschieber und der zugehörigen Mikrostreifenleitungen können der Druckschrift nicht entnommen werden.

Die Phasenschieber für alle Strahlerelemente der einen Polarisationsrichtung sind
25 bei der US-A-6,310,585 durch eine erste Stange mechanisch miteinander starr verkoppelt. Die Phasenschieber für alle Strahlerelemente der anderen Polarisationsrichtung sind durch eine zweite Stange ebenfalls mechanisch miteinander starr verkoppelt. Beide Stangen sind ihrerseits durch eine zentrale Stützeinrichtung (415 in Fig. 3) untereinander starr verbunden und werden über eine Zahnstange
30 von einem Ritzel angetrieben. Zusätzlich sind mehrere flexible Positionierelemente (420 in Fig. 3) vorgesehen, welche die Dielektrika auf die darunterliegenden Mikrostreifenleitungen pressen.

Nachteilig ist bei dieser bekannten Phasenschieberanordnung nicht nur die aufwendige, aus einer Vielzahl von Einzelteilen bestehenden Verschiebemechanik, sondern auch der separate Aufbau der einzelnen Phasenschieber, der eine hohe
5 Genauigkeit beim Zusammenbau und damit einen erhöhten Montageaufwand bei gleichzeitig erhöhter Fehleranfälligkeit erfordert.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

10

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Phasenschieberanordnung der eingangs genannten Art derartig auszubilden, dass die Nachteile der bekannten Phasenschieberanordnungen vermieden werden, und dass insbesondere der Aufbau vereinfacht und die gewünschte Funktionalität sicher erreicht wird, sowie ein Antennenfeld mit einer solchen Phasenschieberanordnung anzugeben.
15

Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 17 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, die Mikrostreifenleitungen beider Phasenschieber parallel nebeneinander anzuordnen, und zur Veränderung der elektrischen Länge dieser Mikrostreifenleitungen beider Phasenschieber ein gemeinsames, verschiebbares Dielektrikum vorzusehen. Pro Strahler ist auf diese Weise nur ein einziges verschiebbares Dielektrikum notwendig, mittels dessen die elektrische Länge für beide Polarisationen automatisch synchron verstellt wird. Es ist somit in der Anbaurichtung des Antennenfeldes auch nur eine einzige Reihe von
20 hintereinander angeordneten Dielektrika vorhanden, die auf besonders einfache Weise durch eine einzige sich in Längsrichtung erstreckende Stange gleichzeitig verschoben werden kann.
25

Insbesondere sind die Mikrostreifenleitungen und die verschiebbare Anordnung des Dielektrikums derart ausgebildet, dass sich die elektrische Länge der beiden
30 parallelen Mikrostreifenleitungen beim Verschieben des Dielektrikums in gleichem

Masse ändert. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass Strahlungskeule für beide Polarisationen stets die gleiche Orientierung hat.

Grundsätzlich wäre es denkbar, die Dielektrika der Phasenschieberanordnungen quer zur Anbaurichtung des Antennenfeldes zu verschieben. Besonders einfach wird die Mechanik jedoch, wenn sich gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung die Mikrostreifenleitungen im wesentlichen entlang einer Längsachse erstrecken, und das Dielektrikum in Richtung der Längsachse verschiebbar ist.

Bevorzugt weisen die Mikrostreifenleitungen jeweils wenigstens ein Mittelstück auf, welches von dem verschiebbaren Dielektrikum in einer ersten Position vollständig überdeckt und in einer zweiten Position vollständig frei gelassen wird. Günstig für die Einstellcharakteristik ist es dabei, wenn die Mikrostreifenleitungen in den Mittelstücken quer zur Längsrichtung mit einer mäanderförmigen Struktur verlaufen, weil damit pro Einheit des Verschiebungsweges eine stärkere Aenderung der elektrischen Länge erreicht wird.

In der US-A-3,656,179 ist bereits erkannt worden, dass sich durch die Verschiebung des Dielektrikums in einer Streifenleiteranordnung der zugehörige Wellenwiderstand ändert. Um die Aenderung des Wellenwiderstandes auf ein tolerierbares Mass zu reduzieren, ist gemäss einer anderen Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass innerhalb der mäanderförmigen Struktur mehrere, parallel in Längsrichtung verlaufenden Leitungsabschnitte vorgesehen sind, und dass die Mikrostreifenleitungen in den in Längsrichtung verlaufenden Leitungsabschnitten ihre Streifenbreite ändern.

Vorzugsweise ist die Aenderung der Streifenbreite so ausgelegt, dass beim Verschieben des Dielektrikums von der zweiten in die erste Position die Streifenbreite der überdeckten Leitungsabschnitte, ausgehend von einer minimalen Streifenbreite, mit zunehmender Ueberdeckung zunimmt bis zu einer maximalen Streifen-

breite, wobei insbesondere die Streifenbreite linear mit dem Verschiebungsweg in Längsrichtung zunimmt.

Eine besonders günstige Variation des Wellenwiderstandes um einen mittleren
5 Wert ergibt sich, wenn die minimale Streifenbreite so gewählt ist, dass sich bei Ueberdeckung mit dem Dielektrikum im Bereich der minimalen Streifenbreite derselbe Wellenwiderstand der Mikrostreifenleitungen ergibt, wie im Bereich der maximalen Streifenbreite ohne Ueberdeckung mit dem Dielektrikum. Diese Art der Aenderung der Streifenbreite ist für jeden Phasenschieber von Vorteil, der mit der
10 Verschiebung eines Dielektrikums oberhalb einer Mikrostreifenleitung arbeitet, und zwar unabhängig davon, ob mehrere Phasenschieber ein gemeinsames Dielektrikum aufweisen, oder nicht.

Zusätzlich können in den in Längsrichtung verlaufenden Leitungsabschnitten zur
15 Anpassung des Wellenwiderstandes Anpassungsstücke abweichender Streifenbreite angeordnet sein.

Die erfindungsgemässe Phasenschieberanordnung vereinfacht sich weiter, wenn die Mikrostreifenleitungen der beiden Phasenschieber auf einem gemeinsamen
20 Printplatte angeordnet und ausgebildet sind. Zusammen mit dem gemeinsamen verschiebbaren Dielektrikum ergibt sich so ein hohes Mass an Synchronisation bei gleichzeitig besonders einfachem Aufbau.

Eine mögliche Ausgestaltung der Printplatte besteht darin, dass die Mikrostreifen-
25 leitungen der beiden Phasenschieber spiegelsymmetrisch zu einer parallel zur Längsachse verlaufenden Mittelachse der Printplatte ausgebildet sind.

Damit sich das verschiebbare Dielektrikum stets in einer definierten Position relativ zu den darunterliegenden Mikrostreifenleitungen befindet, ist es von Vorteil, wenn
30 die Mikrostreifenleitungen der beiden Phasenschieber und das darüberliegende gemeinsame Dielektrikum mittels eines Federbleches flächig gegeneinandergespreßt werden.

Eine besonders gleichmässige Anpresswirkung ergibt sich dabei, wenn das Federblech auf der Unterseite der Mikrostreifenleitungen angeordnet und durch eine dazwischenliegende Isolierplatte von den Mikrostreifenleitungen elektrisch isoliert ist, und wenn das Federblech über die Fläche verteilt eine Mehrzahl von einzelnen Federzungen aufweist.

Für den Antrieb der Phasenschieber ist vorzugsweise ein in Längsrichtung verschiebbar geführter, von aussen manuell oder motorisch betätigbarer Schieber vorgesehen, welcher mit dem Dielektrikum in Eingriff steht. Diese Konfiguration ist besonders einfach und funktionssicher und hat den Vorteil, bei Ausfall des motorischen Antriebs seine Stellung beizubehalten.

Es hat sich in der Praxis bewährt, dass als Dielektrikum eine Platte mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von etwa 10, insbesondere in Form eines glasfaserverstärkten, organisch-keramischen Laminats, verwendet wird.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des Antennenfeldes nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Speisenetzwerkes mehrere gemeinsam verschiebbare Phasenschieberanordnungen hintereinander angeordnet sind, und dass zwischen und nach den Phasenschieberanordnungen Anschlüsse zum Anschliessen der Strahler vorgesehen sind.

Eine andere bevorzugte Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass in dem Antennenfeld $2n+1$ ($n=1,2,3,\dots$) Strahler angeordnet sind, dass in dem zugehörigen Speisenetzwerk $2n$ Phasenschieberanordnungen hintereinander angeordnet sind, dass die Speiseeingänge zwischen der n -ten und der $(n+1)$ -ten Phasenschieberanordnung an das Speisenetzwerk angeschlossen sind, und dass alle Phasenschieberanordnungen gemeinsam betätigbar sind, wobei die ersten n Phasenschieberanordnungen gegenläufig zu den zweiten n Phasenschieberanordnungen arbeiten.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

5

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

10

Fig. 1 im Querschnitt (Figur 1A), in der Draufsicht von oben (Fig. 1B) und im Längsschnitt (Fig. 1C) eine aus zwei Phasenschiebern bestehende, einzelne Phasenschieberanordnung gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

15

Fig. 2 die Bodenplatte der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

Fig. 3 eine Isolierfolie der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

20

Fig. 4 das Federblech der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1 in der Draufsicht (Fig. 4A) und in der Seitenansicht (Fig. 4B);

Fig. 5 eine Isolierplatte der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

25

Fig. 6 die Printplatte mit den beiden Mikrostreifenleitungen der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

Fig. 7 das Dielektrikum der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

30

Fig. 8 in der Draufsicht von oben (Fig. 8A) und in der Seitenansicht von vorne (Fig. 8B) den Schieber der Phasenschieberanordnung nach Fig. 1;

Fig. 9 die Draufsicht von zwei Seiten (Fig. 9A und B) auf eine Printplatte mit 8 Phasenschieberanordnungen nach der Erfindung für ein Antennenfeld mit insgesamt 9 Strahlern; und

5 Fig. 10 das vereinfachte Schaltungsschema für das Antennenfeld nach Fig. 9.

10 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

10

In Fig. 10 ist das vereinfachte Schaltschema eines Antennenfeldes 105 dargestellt, bei dem die vorliegende Erfindung mit Vorteil eingesetzt werden kann. Das Antennenfeld umfasst insgesamt 9 Strahler 106,...,114, die in einer (vertikalen) Anbaurichtung hintereinander (übereinander) angeordnet sind. Jeder der Strahler
15 106,...,114 besteht aus zwei einzelnen Strahlerelementen 106a,b (die Bezugszeichen für die Strahlerelemente bei den Strahlern 107,...,114 sind der Uebersichtlichkeit wegen weggelassen). Jedes der Strahlerelemente 106a,b ist für eine Polarisationsrichtung zuständig. Die beiden Polarisationsrichtungen stehen üblicherweise senkrecht aufeinander und bilden mit der Anbaurichtung des Antennenfeldes 105 meist einen Winkel von 45°. Die Strahler 106,...,114 sind sowohl zur Abgabe als auch zur Aufnahme von Funkwellen vorgesehen.
20

Die Strahler 106,...,114 bzw. Strahlerelemente 106a,b sind über ein Speisenetzwerk 115 mit zwei Speiseeingängen 99a,b verbunden, die innerhalb des Speisetzwerks 115 auf Höhe des mittleren Strahlers 110 angeordnet sind. Jeder der
25 beiden Speiseeingänge 99a,b ist einer der Polarisationsrichtungen zugeordnet und steht mit den entsprechenden Strahlerelementen in Verbindung. Damit die Strahler 106,...,114 ein "phase array" bilden und einen elektrisch verschwenkbaren Strahl abgeben bzw. aufnehmen können, sind im Speisenetzwerk 115 verteilt
30 paarweise Phasenschieber 91a,b,...,98a,b angeordnet. Jedes Paar von Phasenschiebern 91a,b,...,98a,b bildet eine Phasenschieberanordnung. Die Verstellung der beiden Phasenschieber eines Phasenschieberpaares bzw. einer Phasen-

schieberanordnung erfolgt synchron, wie dies in Fig. 10 durch die gestrichelten Verbindungslinien innerhalb jedes Paares angedeutet ist. Alle Phasenschieberpaare 91a,b,...,98a,b werden gleichzeitig durch eine in Längsrichtung (Anbaurichtung) verlaufende, manuell oder motorisch angetriebene Verbindungszunge 116 betätigt, die in Fig. 10 ebenfalls gestrichelt eingezeichnet ist. Die Aenderung der Phasenverschiebung in den unterhalb der Speiseeingänge 99a,b angeordneten Phasenschiebern 95a,b,...,98a,b erfolgt dabei entgegengesetzt zur Aenderung der Phasenverschiebung in den oberhalb der Speiseeingänge 99a,b angeordneten Phasenschiebern 91a,b,...,94a,b (d.h., eine Zunahme der Phasenverschiebung unten korrespondiert mit einer Abnahme der Phasenverschiebung oben, und umgekehrt), was in Fig. 10 durch die anders orientierten Pfeile in den Phasenschiebern angedeutet ist.

Der mittlere der 9 Strahler 106,...,114, nämlich der Strahler 110, ist mit den Speiseeingängen 99a,b direkt verbunden und arbeitet daher mit einer gleichbleibenden Phase. Den übrigen 8 Strahlern 106,...,109 und 111,...,114 ist jeweils ein Phasenschieberpaar zugeordnet. Da die Phasenschieberpaare 91a,b,...,98a,b innerhalb des Speisenetzwerkes 115 hintereinandergeschaltet sind, addieren sich – von der Mitte ausgehend – die einzelnen Phasenverschiebungen. Sind alle Phasenschieber gleich ausgebildet, nimmt die Phasenverschiebung nach aussen hin in gleichen Schritten zu: Das in die Speiseeingänge 99a,b eingespeiste Signal erreicht den Strahler 109 mit einer einfachen Phasenverschiebung, den Strahler 108 mit einer zweifachen Phasenverschiebung, den Strahler 107 mit einer dreifachen Phasenverschiebung, und den Strahler 106 mit einer vierfachen Phasenverschiebung. Analoges gilt für die Strahler 111 bis 114.

Ein einzelnes Phasenschieberpaar bzw. eine einzelne Phasenschieberanordnung hat nun bevorzugt einen Aufbau, wie er im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 8 gezeigt ist, wobei in der Fig. 1 eine vollständig zusammengebaute Anordnung in verschiedenen Ansichten dargestellt ist, während die Fig. 2 bis 8 die einzelnen Elemente der Anordnung aus Fig. 1 in ihrer Reihenfolge innerhalb der Anordnung zeigen. Die in Fig. 6 gezeigte Printplatte 60 mit den Mikrostreifenleitungen 66, 67

stellt dabei nur den Teilabschnitt einer längeren Printplatte 90 dar, wie sie in Fig. 9 für das gesamte Antennenfeld 105 aus Fig. 10 wiedergegeben ist.

Die Printplatte 60 (Fig. 6), die beispielsweise aus einem Grundmaterial von 0,5 mm Dicke mit einer doppelseitigen 35 μ m-Cu-Auflage besteht, trägt auf der Unterseite eine durchgehende Cu-Beschichtung und auf der Oberseite die gezeigten, zu einer Mittelachse 11 spiegelsymmetrischen Leiterbahnen, welche die Mikrostreifenleitungen 66, 67 bilden. Die Printplatte 60 ist in der Phasenschieberanordnung 10 der Fig. 1 zwischen einer (unteren) Bodenplatte 20 (Fig. 2) und einem (oberen) Schieber 80 (Fig. 8) so angeordnet, dass sich die Leiterbahnen der Mikrostreifenleitungen 66, 67 auf der Seite des Schiebers 80 befinden. Die Bodenplatte 20, die beispielsweise als Aluminiumplatte ausgebildet sein kann, weist an den Seiten zwei Befestigungslaschen 21, 22 mit entsprechenden Befestigungslöchern 23, 24 auf, mittels derer sie an einem Antennengehäuse festgeschraubt werden kann.

Die Printplatte 60 ist im Bezug auf die Bodenplatte 20 fixiert. Dies wird dadurch erreicht, dass an der Bodenplatte 20 zwei Lappen 25, 26 rechtwinklig nach oben abgebogen sind, die in entsprechende Öffnungen 64, 65 in der Printplatte 60 eingreifen (Fig. 6). In der Printplatte 60 sind weiterhin drei voneinander beabstandete, parallel zur Mittelachse 11 verlaufende Führungsöffnungen 61,...,63 in Form von Langlöchern vorgesehen, in welche der Schieber 80 mit entsprechend geformten und angeordneten Eingriffsnocken 81,...,83 eingreift (Fig. 1; Fig. 8). Die Führungsöffnungen 61,...,63 legen den Verschiebungsbereich des Schiebers 80 relativ zur Printplatte 60 fest.

Der Schieber 80, der z.B. aus einem Kunststoff bestehen und ein Spritzgussteil sein kann, weist zusätzlich zwei Seitenführungen 86, 87 auf, die über den seitlichen Rand der Printplatte 60 greifen. Auf seiner Oberseite des Schiebers 80 sind in einer Vertiefung in Längsrichtung hintereinander zwei Mitnehmernocken 88, 89 angeformt, an denen ein (nicht dargestelltes) Betätigungselement für den Schieber angreifen kann. Weiterhin sind am Schieber 80 zwei Aussparungen 84, 85 vorge-

sehen, um Platz für die von unten durch die Printplatte 60 hindurchragenden Lappen 25, 26 zu schaffen.

Die eigentlichen Phasenschieber 10a, 10b der Phasenschieberanordnung 10 werden durch das Zusammenspiel der Mikrostreifenleitungen 66, 67 mit einem auf der Oberseite der Printplatte 60 verschiebbar angeordneten Dielektrikum 70 gebildet. Das in Fig. 7 einzeln dargestellte Dielektrikum 70 ist beispielsweise aus einem organisch-keramischen Laminat vom Typ CER-10, wie es von der US-Firma Taconic, Petersburg, NY (USA), angeboten wird. Das mit Keramik gefüllte, glasfaserverstärkte Laminat hat eine DK von 10 und sehr gute mechanische Eigenschaften. Verwendet wird eine Platte dieses Materials mit einer Dicke von ca. 0,64 mm. Andere Dielektrika sind aber auch denkbar. Gemäss Fig. 7 hat das Dielektrikum 70 drei voneinander beabstandete, kreisrunde Eingriffsöffnungen 71,...,73, in welche der Schieber 80 mit seinen Eingriffsnocken 81,...,83 eingreift. Auf diese Weise ist das Dielektrikum 70 relativ zum Schieber 80 fixiert und wird zusammen mit dem Schieber 80 verschoben. Weiterhin sind im Dielektrikum 70 zwei in Form und Funktion zu den Aussparungen 81, 82 des Schiebers 80 vergleichbare Aussparungen 74, 75 vorgesehen.

Das Zusammenwirken der Mikrostreifenleitungen 66, 67 und des Dielektrikums 70 erfolgt im wesentlichen im Bereich von mäanderförmig ausgebildeten Mittelstücken 66b, 67b der Mikrostreifenleitungen 66, 67, die jeweils zwischen Anschlussstücken 66a,c und 67a,c angeordnet sind und quer zur Mittelachse 11 verlaufen (Fig. 6). Jedes der Mittelstücke 66b, 67b besteht aus mehreren (im Beispiel der Fig. 6 aus 5) parallel zur Mittelachse 11 verlaufenden Leitungsabschnitten 66d,...,h, die untereinander zur Bildung des Mäandermusters auf wechselnden Seiten durch U- bzw. V-förmige Bogenstücke verbunden sind. Innerhalb der Leitungsabschnitte 66d,...,h variiert die Leitungsbreite linear mit der Länge und nimmt dabei von links nach rechts ab. Da sich das Dielektrikum 70 mit der linken Kante beim Verschieben genau im Bereich der Leitungsabschnitte 66d,...,h bewegt, werden beim Verschieben des Dielektrikums Bereiche der Leitungsabschnitte 66d,...,h mit unterschiedlicher Leitungsbreite bedeckt bzw. nicht bedeckt.

- Die Variation in der Leitungsbreite der Leitungsabschnitte 66d,...,h hat einen besonderen Grund: Um den (üblichen) Wellenwiderstand der Mikrostreifenleitungen 66, 67 von 50 Ohm zu erhalten, beträgt die Leitungsbreite bei den verwendeten
- 5 Materialien und Abmessungen etwa 1,5 mm (ohne aufliegendes Dielektrikum). Im Bereich des aufliegenden Dielektrikums benötigt man wegen dem Dielektrikum für einen Wellenwiderstand von 50 Ohm aber nur eine Leitungsbreite von etwas 0,98 mm. Wird also die Leitungsbreite ausserhalb des Bedeckungsbereiches des Dielektrikums zu 1,5 mm und im Bereich ständiger Bedeckung zu 0,98 mm festgelegt
- 10 und in den dazwischenliegenden Leitungsabschnitten 66d,...,h ein linearer Uebergang zwischen diesen beiden Extremwerten angenommen, variiert die Abweichung des tatsächlichen Wellenwiderstandes bei Verschiebung des Dielektrikums 70 um den Mittelwert 50 Ohm, wobei der Wellenwiderstand mehr als 50 Ohm beträgt, wenn das Dielektrikum 70 nach links weit über die Leitungsabschnitte
- 15 66d,...,h geschoben ist, und weniger als 50 Ohm beträgt, wenn das Dielektrikum 70 nur wenig über die Leitungsabschnitte 66d,...,h geschoben ist. Da für die (unerwünschte) Fehlanpassung nur der absolute Wert der Differenz relevant ist, nicht aber das Vorzeichen, kann so unter Ausnutzung der maximal erlaubten Fehlanpassung ein grösserer Verschiebungsbereich des Dielektrikums und damit eine
- 20 grössere Phasenverschiebung über einen grösseren Frequenzbereich erhalten werden. Zusätzlich kann eine Optimierung der elektrischen Eigenschaften dadurch erfolgen, dass in den Mittelstücken 66b, 67b verbreiterte Anpassungsstücke 68, 69 vorgesehen werden (Fig. 6).
- 25 Die beiden Mikrostreifenleitungen 66, 67 sind – wie in Fig. 6 leicht zu sehen ist – spiegelsymmetrisch zur Mittelachse 11 ausgebildet und angeordnet. Das Dielektrikum 70 ist so breit gewählt, dass es beim Verschieben in Richtung der Mittelachse 11 in gleicher Weise die mäanderförmigen Mittelstücke 66b, 67b der Mikrostreifenleitungen 66, 67 überdeckt bzw. freigibt. Auf diese Weise ist es möglich, ohne
- 30 grossen Aufwand und mit hoher Funktionssicherheit eine Synchronisierung zwischen den beiden Phasenschiebern 10a und 10b und eine weitgehende Gleichheit der Phasenverschiebungen in beiden Phasenschiebern 10a,b zu erreichen.

Ein wichtiger Bestandteil der Funktionssicherheit ist jedoch, dass das Dielektrikum 70 möglichst ohne Luftzwischenraum eng an der Oberfläche der die Mikrostreifenleitungen 66, 67 tragenden Printplatte 60 anliegt. Dies wird durch ein flächiges
5 Federblech 40 (Fig. 4A,B) erreicht, das zwischen der Bodenplatte 20 und der Printplatte 60 angeordnet ist und die Printplatte 60 von unten gegen das im Schieber 80 gehaltene Dielektrikum 70 drückt. Das Federblech 40 hat - ebenso wie die Bodenplatte 20 - seitliche Befestigungslaschen 41, 42 mit entsprechenden Befestigungslöchern 43, 44, die mit den Befestigungslöchern 23, 24 der Bo-
10 denplatte 20 fluchten. Ueber die Fläche des Federbleches 40 ist nebeneinander eine Vielzahl von einzelnen Federzungen 45 verteilt angeordnet, die beispielsweise aus dem Federblech 40 durch einen Stanz- und Biegevorgang erzeugt worden sind. Das Federblech 40 ist von der Bodenplatte 20 durch eine zwischengelegte, dünne Isolierfolie 30 (Fig. 3) elektrisch isoliert, die mit seitlichen Befesti-
15 gungslaschen 31, 32 und Befestigungslöchern 33, 34 der Bodenplatte 20 und dem Federblech 40 angepasst ist. Das Federblech 40 ist weiterhin gegen die untere Cu-Masseschicht der Printplatte 60 durch eine dazwischenliegende, beispielsweise 0,5 mm dicke Isolierplatte 50 (Fig. 5) elektrisch isoliert, gegen welche die Federzungen 45 drücken. Die Isolierplatte weist Oeffnungen 54, 55 auf, durch
20 welche zur Fixierung die Lappen 25, 26 der Bodenplatte 20 hindurchgesteckt sind. Die langlochartigen Führungsöffnungen 51,...,53 sind in Funktion und Gestaltung analog zu den Führungsöffnungen 61,...,63 in der Printplatte 60.

Das in den Fig. 1 bis 8 gezeigte Ausführungsbeispiel bezieht sich nur auf eine
25 zwei Phasenschieber 10a,b umfassende Phasenschieberanordnung, die entsprechend nur zur Verstellung eines zweifach polarisierten Strahlers geeignet ist. Wenn - wie in Fig. 10 dargestellt - ein Antennenfeld 105 mehr als zwei, beispielsweise 9, Strahler 106,...,114 umfasst, und zum elektrischen Verschwenken des Antennenstrahles mehrere, im Beispiel 8, Phasenschieberanordnungen benö-
30 tigt werden, sind diese Phasenschieberanordnungen zusammen mit dem Speisetzwerk 115 vorzugsweise auf einer einzigen Printplatte integriert. Eine solche Printplatte 90 für insgesamt 9 Strahler und 8 Phasenschieberanordnungen ist in

Fig. 9 wiedergegeben. Auf dieser Printplatte 90 sind - spiegelsymmetrisch zur Mittelachse 11 – zwei Mikrostreifenleitungen 90a,b mit Abzweigungen ausgebildet, die gleichzeitig ein Speisenetzwerk mit einer Verteilung der Leistung auf mehrere Antennenanschlüsse 102a,b,...,104a,b bilden (es sind der Einfachheit halber in Fig. 9B nur die Antennenanschlüsse für 4 Strahler mit Bezugszeichen versehen; insgesamt gibt es Antennenanschlüsse für 9 Strahler bzw. 18 Strahlerelemente).

Innerhalb des Speisenetzwerkes der Mikrostreifenleitungen 90a,b sind analog zur Fig. 6 mäanderförmige Mittelstücke 91a,b,...,98a,b ausgebildet, die jeweils Teile einer zwei Phasenschieber umfassenden Phasenschieberanordnung 91,...,98 sind. Die Speiseeingänge 99a,b sind in der Mitte der Printplatte 90 angeordnet. Zu jeder der Phasenschieberanordnungen 91,...,98 gehört – analog zu Fig. 1 bis 8 – ein mittels eines Schiebers verschiebbares Dielektrikum, eine Bodenplatte, und ein isoliert gelagertes Federblech. Entsprechend sind bei jedem der Phasenschieberanordnungen 91,...,98 Führungsöffnungen 100 und Oeffnungen 101 für den Eingriff der Bodenplatte vorgesehen. Die (neun) Schieber aller Phasenschieberanordnungen 91,...,98 stehen mit einem (nicht gezeigten) gemeinsamen Betätigungselement in Eingriff, das sich längs der Mittelachse 11 über die gesamte Printplatte 90 erstreckt und von aussen manuell oder durch einen gesteuerten Motorantrieb in Längsrichtung verschoben werden kann.

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden:

Phasenschieber werden benötigt, um bei einem Antennenfeld (Array-Antenne) einen variablen Downtilt zu erreichen. Die Hauptkeule der Antenne muss mindestens bis zur ersten Nullstelle über dem Horizont abgesenkt werden können. In der Mobilfunktechnik (GSM, UMTS) müssen folgende Anforderungen erfüllt werden:

Bei grossen Antennen muss der Downtilt zwischen 0° und ca. 8° geändert werden können; dazu muss mit dem Phasenschieber die Phase stufenlos zwischen 0° und ca. 45° geändert werden können.

Bei kleinen Antennen muss der Downtilt zwischen 0° und ca. 16° geändert werden können; dazu muss mit dem Phasenschieber die Phase stufenlos zwischen 0° und ca. 85° geändert werden können.

- 5 Es gibt mehrere Möglichkeiten um die Phase zu ändern. Zwischen der elektrischen und der mechanischen Länge einer Leitung gilt folgender Zusammenhang:

$$l_{elek} = l_{mech} \sqrt{\epsilon_r}$$

- 10 Die elektrische Länge ist proportional zur Phase: $\varphi = \frac{l_{elek}}{\lambda} 360^\circ$

Um die Phase zu ändern, kann die mechanische Länge oder das ϵ_r geändert werden.

- 15 Ein Phasenschieber mit Änderung der mechanischen Länge der Leitung ist von der Anmelderin bereits zum Patent angemeldet worden.

- 20 Eine Phasenänderung durch Ändern des ϵ_r kann bei einer Mikrostreifenleitung (Microstrip-Leitung) dadurch erreicht werden, dass ein Dielektrikum auf die Leitung aufgelegt wird (siehe die DE-A1-199 11 905).

- 25 Gemäss der vorliegenden Lösung sind mehrere parallel nebeneinanderliegende Leitungsabschnitte durch eine 180°-Ecke zu einer mäanderförmigen Struktur miteinander verbunden. Ueber diese Leitungsstruktur wird ein Dielektrikum mit einem hohen ϵ_r geschoben, wobei ein gemeinsames Dielektrikum für zwei nebeneinander angeordnete Phasenschieber benutzt wird. Die maximal mögliche Phasenverschiebung ist gegeben durch die Anzahl Leitungsabschnitte und deren Länge, die zugleich dem Schiebeweg des Dielektrikums entspricht.

- 30 Mit 5 parallelen Leitungsabschnitten wird eine Phasenverschiebung von 46° erreicht, mit 7 parallelen Leitungsabschnitten wird eine Phasenverschiebung von 65°

erreicht. Um eine noch grössere Phasenverschiebung zu erreichen, können mehrere Phasenschieber hintereinander zusammengeschaltet werden.

5 Durch eine ungerade Anzahl der parallel nebeneinanderliegenden Leitungsabschnitte kann der Phasenschieber sehr gut in ein Speisenetzwerk integriert werden. Der Phasenschieber kann aber ebenso mit einer geraden Anzahl Leitungen realisiert werden, was für andere Applikationen vorteilhafter sein kann.

10 Jeder einzelne Leitungsabschnitt im Phasenschieber hat eine linear veränderliche Leitungsbreite (ist linear getapert). In der 0°-Position des Phasenschiebers (das Dielektrikum ist nicht über den Leitungsabschnitten) ist die Leitungsbreite schmaler und so breit, dass zusammen mit dem darüber geschobenen Dielektrikum die Systemimpedanz (50Ω) gegeben ist. Am anderen Ende der Leitungsabschnitte entspricht die Leitungsbreite dem normalen Microstrip.

15 Trotz der getaperten Leitungsabschnitte entsteht je nach Position des schiebbaren Dielektrikums eine Fehlanpassung. Die Fehlanpassung kann durch kleine Anpassungsstücke ("stubs") in der Leitungsstruktur kompensiert werden.

20 Die Mechanik des Phasenschiebers ist wie folgt: Eine Bodenplatte aus Aluminium wird am Antennengehäuse angeschraubt und positioniert durch 2 abgebogene Lappen den Print (die Printplatte) mit der Leitungsstruktur. Das verschiebbare Dielektrikum befindet sich auf dem Print. Zwischen der Aluminiumplatte und dem Print ist ein Federblech welches den Print gegen das Dielektrikum drückt. Der Print (Masse), das Federblech und die Aluminiumplatte sind durch zusätzliche
25 Isolatoren voneinander isoliert.

Als Dielektrikum kann ein Substrat mit einem hohen ϵ_r verwendet werden. Dieses dünne Plättchen wird von einem zusätzlichen Kunststoffteil (Schieber) gehalten, welches auch über Mitnehmernocken für die Schiebevorrichtung verfügt. Es ist
30 ebenso möglich, durch Wahl eines geeigneten Kunststoffes oder einer Keramik das dielektrische Plättchen und das Kunststoffteil aus einem Stück zu realisieren.

Die Einstellung der Phase kann über einen manuell oder elektrisch betriebenen Antrieb erfolgen.

BEZUGSZEICHENLISTE

5		
	10	Phasenschieberanordnung
	10a,b	Phasenschieber
	11	Mittelachse
	20	Bodenplatte
10	21,22	Befestigungslasche
	23,24	Befestigungsloch
	25,26	Lappen
	30	Isolierfolie
	31,32	Befestigungslasche
15	33,34	Befestigungsloch
	40	Federblech
	41,42	Befestigungslasche
	43,44	Befestigungsloch
	45	Federzunge
20	50	Isolierplatte
	51,...,53	Führungsoeffnung (Langloch)
	54,55	Oeffnung
	60	Printplatte
	61,...,63	Führungsoeffnung (Langloch)
25	64,65	Oeffnung
	66,67	Mikrostreifenleitung
	66a,67a	Anschlussstück
	66b,67b	Mittelstück (mäanderförmig)
	66c,67c	Anschlussstück
30	66d,...,h	Leistungsabschnitt
	68,69	Anpassungsstück
	70	Dielektrikum

	71,...,73	Eingriffsöffnung
	74,75	Aussparung
	80	Schieber
	81,...,83	Eingriffsnocken
5	84,85	Aussparung
	86, 87	Seitenführung
	88,89	Mitnehmernocken
	90	Printplatte
	90a,b	Mikrostreifenleitung
10	91,...,98	Phasenschieberanordnung
	91a,b,...,98a,b	Phasenschieber (Mittelstück)
	99a,b	Speiseeingang
	100	Führungsöffnung
	101	Oeffnung
15	102a,b,...,104a,b	Antennenanschluss
	105	Antennenfeld
	106,...,114	Strahler
	106a,b	Strahlerelement
	115	Speisenetzwerk
20	115a,b	Zweig (Speisenetzwerk)
	116	Verbindungszunge

PATENTANSPRÜCHE

1. Phasenschieberanordnung (10; 91,...,98), insbesondere zum elektrischen
5 Verschwenken der Abstrahlrichtung eines mehrere Strahler (106,...,114) mit zwei
Polarisationsebenen umfassenden Antennenfeldes (105), welche Phasenschie-
beranordnung (10; 91,...,98) zwei gemeinsam veränderbare Phasenschieber
(10a,b; 91a,b,...,98a,b) mit zugehörigen Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) um-
fasst, deren elektrische Länge jeweils durch ein über den Mikrostreifenleitungen
10 (66, 67; 90a,b) verschiebbar angeordnetes Dielektrikum (70) veränderbar ist, da-
durch gekennzeichnet, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) beider Pha-
senschieber (10a,b; 91a,b,...,98a,b) parallel nebeneinander angeordnet sind, und
dass zur Veränderung der elektrischen Länge der Mikrostreifenleitungen (66, 67;
90a,b) beider Phasenschieber (10a,b; 91a,b,...,98a,b) ein gemeinsames, ver-
15 schiebbares Dielektrikum (70) vorgesehen ist.

2. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) und die verschiebbare Anordnung
des Dielektrikums (70) derart ausgebildet sind, dass sich die elektrische Länge der
20 beiden parallelen Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) beim Verschieben des
Dielektrikums (70) in gleichem Masse ändert.

3. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass sich die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) im wesentli-
25 chen entlang einer Längsachse (11) erstrecken, und dass das Dielektrikum (70) in
Richtung der Längsachse (11) verschiebbar ist.

4. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) jeweils wenigstens ein Mittelstück
30 (66b, 67b; 91a,b,...,98a,b) aufweisen, welches von dem verschiebbaren Dielektri-
kum (70) in einer ersten Position vollständig überdeckt und in einer zweiten Posi-
tion vollständig frei gelassen wird.

5 5. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) in den Mittelstücken (66b, 67b; 91a,b,...,98a,b) quer zur Längsrichtung (11) mit einer mäanderförmigen Struktur verlaufen.

10 6. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der mäanderförmigen Struktur mehrere, parallel in Längsrichtung (11) verlaufenden Leitungsabschnitte (66d,...,h) vorgesehen sind, und dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) in den in Längsrichtung (11) verlaufenden Leitungsabschnitten (66d,...,h) ihre Streifenbreite ändern.

15 7. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass beim Verschieben des Dielektrikums (70) von der zweiten in die erste Position die Streifenbreite der überdeckten Leitungsabschnitte (66d,...,h), ausgehend von einer minimalen Streifenbreite, mit zunehmender Ueberdeckung zunimmt bis zu einer maximalen Streifenbreite.

20 8. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Streifenbreite linear mit dem Verschiebungsweg in Längsrichtung (11) zunimmt.

25 9. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Streifenbreite so gewählt ist, dass sich bei Ueberdeckung mit dem Dielektrikum (70) im Bereich der minimalen Streifenbreite derselbe Wellenwiderstand der Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) ergibt, wie im Bereich der maximalen Streifenbreite ohne Ueberdeckung mit dem Dielektrikum (70).

30 10. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in den in Längsrichtung (11) verlaufenden Leitungsab-

schnitten (66d,...,h) zur Anpassung des Wellenwiderstandes Anpassungsstücke (68, 69) abweichender Streifenbreite angeordnet sind.

11. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) der beiden
5 Phasenschieber (10a,b; 91a,b,...,98a,b) auf einer gemeinsamen Printplatte (60, 90) angeordnet und ausgebildet sind.

12. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
10 net, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) der beiden Phasenschieber (10a,b; 91a,b,...,98a,b) spiegelsymmetrisch zu einer parallel zur Längsachse verlaufenden Mittelachse (11) der Printplatte (60, 90) ausgebildet sind.

13. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) der beiden
15 Phasenschieber (10a,b; 91a,b,...,98a,b) und das darüberliegende gemeinsame Dielektrikum (70) mittels eines Federbleches (40) flächig gegeneinandergedrückt werden.

20 14. Phasenschieberanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Federblech (40) auf der Unterseite der Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) angeordnet und durch eine dazwischenliegende Isolierplatte (50) von den Mikrostreifenleitungen (66, 67; 90a,b) elektrisch isoliert ist, und dass das Federblech (40) über die Fläche verteilt eine Mehrzahl von einzelnen Federzungen
25 (45) aufweist.

15. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein in Längsrichtung (11) verschiebbar geführter, von aussen manuell oder motorisch betätigbarer Schieber (80) vorgesehen ist, welcher
30 mit dem Dielektrikum (70) in Eingriff steht.

16. Phasenschieberanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass als Dielektrikum (70) eine Platte mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von etwa 10, insbesondere in Form eines glasfaserverstärkten, organisch-keramischen Laminats, verwendet wird.

5

17. Antennenfeld (105) mit einer Mehrzahl von in einer Längsrichtung (11) hintereinander angeordneten Strahlern (106,...,114), welche Strahler (106,...,114) jeweils zwei für unterschiedliche Polarisationssebenen vorgesehene Strahlerelemente (106a,b) umfassen, und welche Strahler (106,...,114) über ein Speisetzwerk (115; 115a,b) mit zwei Speiseeingängen (99a,b) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Speisetzwerks (115; 115a,b) Phasenschieberanordnungen (10; 91,...,98) nach einem der Ansprüche 1 bis 16 angeordnet und einzelnen der Strahler (106,...,114) zugeordnet sind.

18. Antennenfeld nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Speisetzwerks (115; 115a,b) mehrere gemeinsam verschiebbare Phasenschieberanordnungen (10; 91,...,98) hintereinander angeordnet sind, und dass zwischen und nach den Phasenschieberanordnungen (10; 91,...,98) Anschlüsse (102a,b,...,104a,b) zum Anschliessen der Strahler (106,...,114) vorgesehen sind.

19. Antennenfeld nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Antennenfeld $2n+1$ ($n=1,2,3,\dots$) Strahler (106,...,114) angeordnet sind, dass in dem zugehörigen Speisetzwerk (115; 115a,b) $2n$ Phasenschieberanordnungen hintereinander angeordnet sind, dass die Speiseeingänge (99a,b) zwischen der n -ten und der $(n+1)$ -ten Phasenschieberanordnung an das Speisetzwerk (115; 115a,b) angeschlossen sind, und dass alle Phasenschieberanordnungen gemeinsam betätigbar sind, wobei die ersten n Phasenschieberanordnungen gegenläufig zu den zweiten n Phasenschieberanordnungen arbeiten.

30

20. Antennenfeld nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Speisenetzwerk (115, 115a,b) und die Phasenschieberanordnungen (10; 91,...,98) auf einer gemeinsamen Printplatte (90) angeordnet sind.

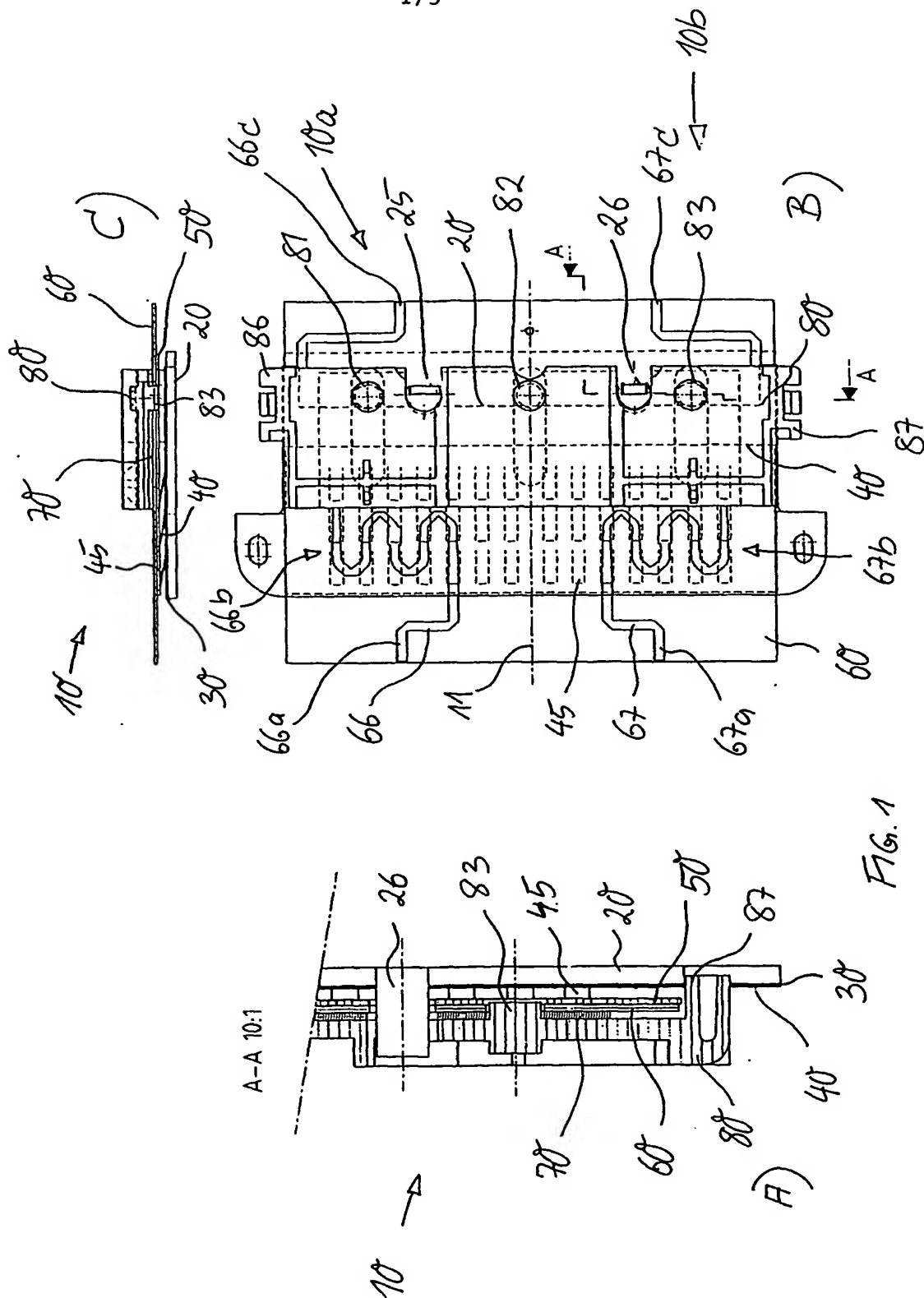


Fig. 1

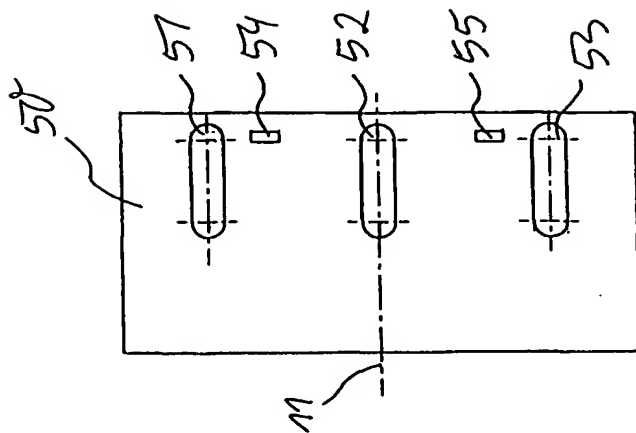
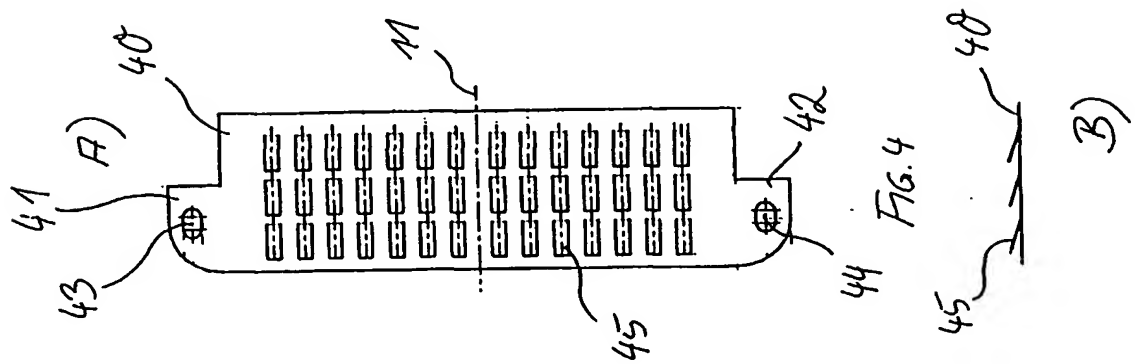
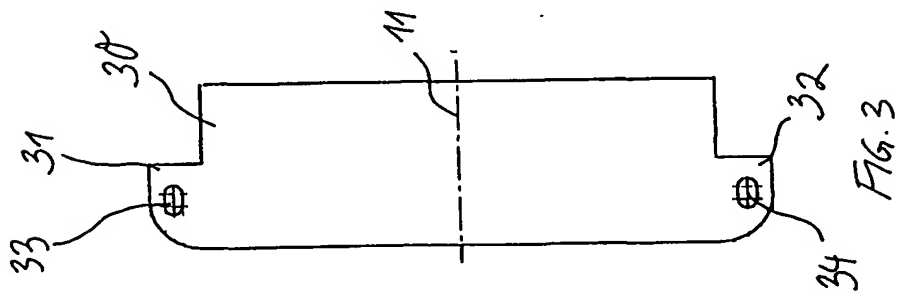
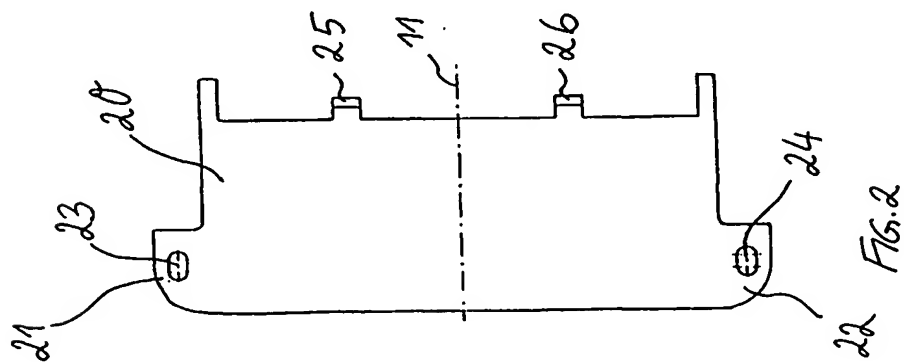


FIG. 5

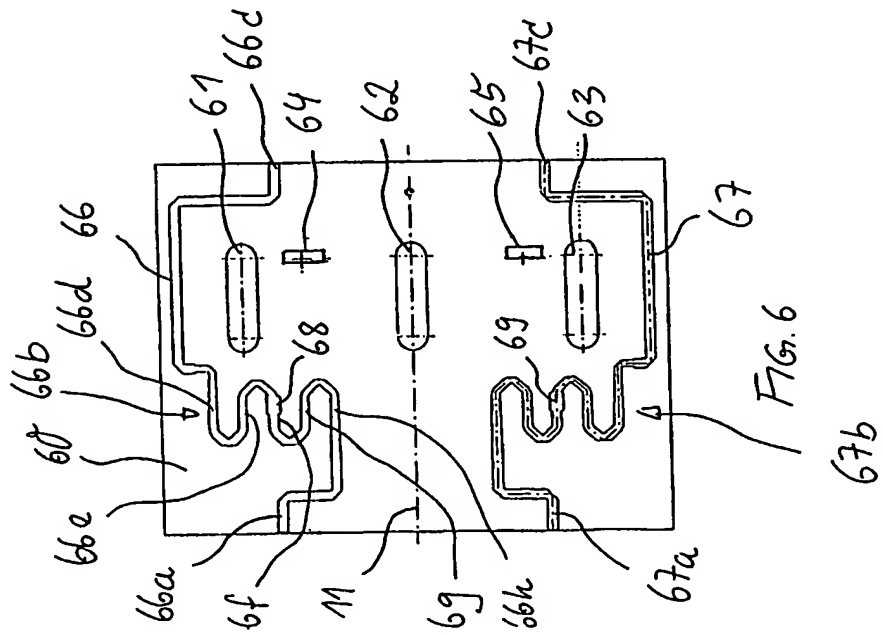
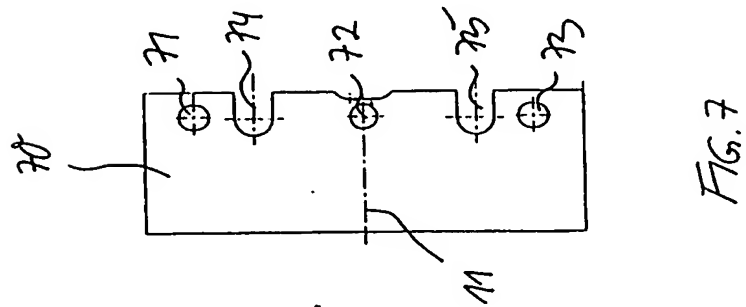
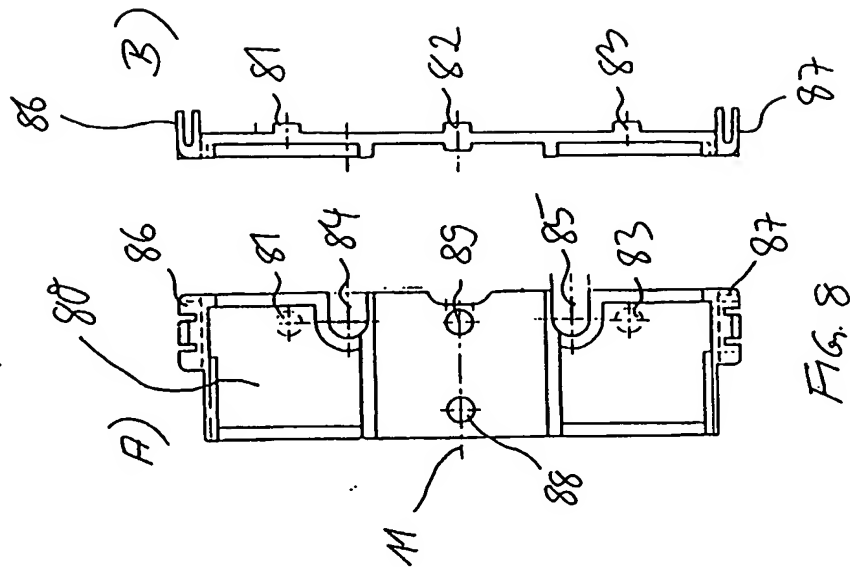
FIG. 3

FIG. 2

FIG. 4

B)

3/5



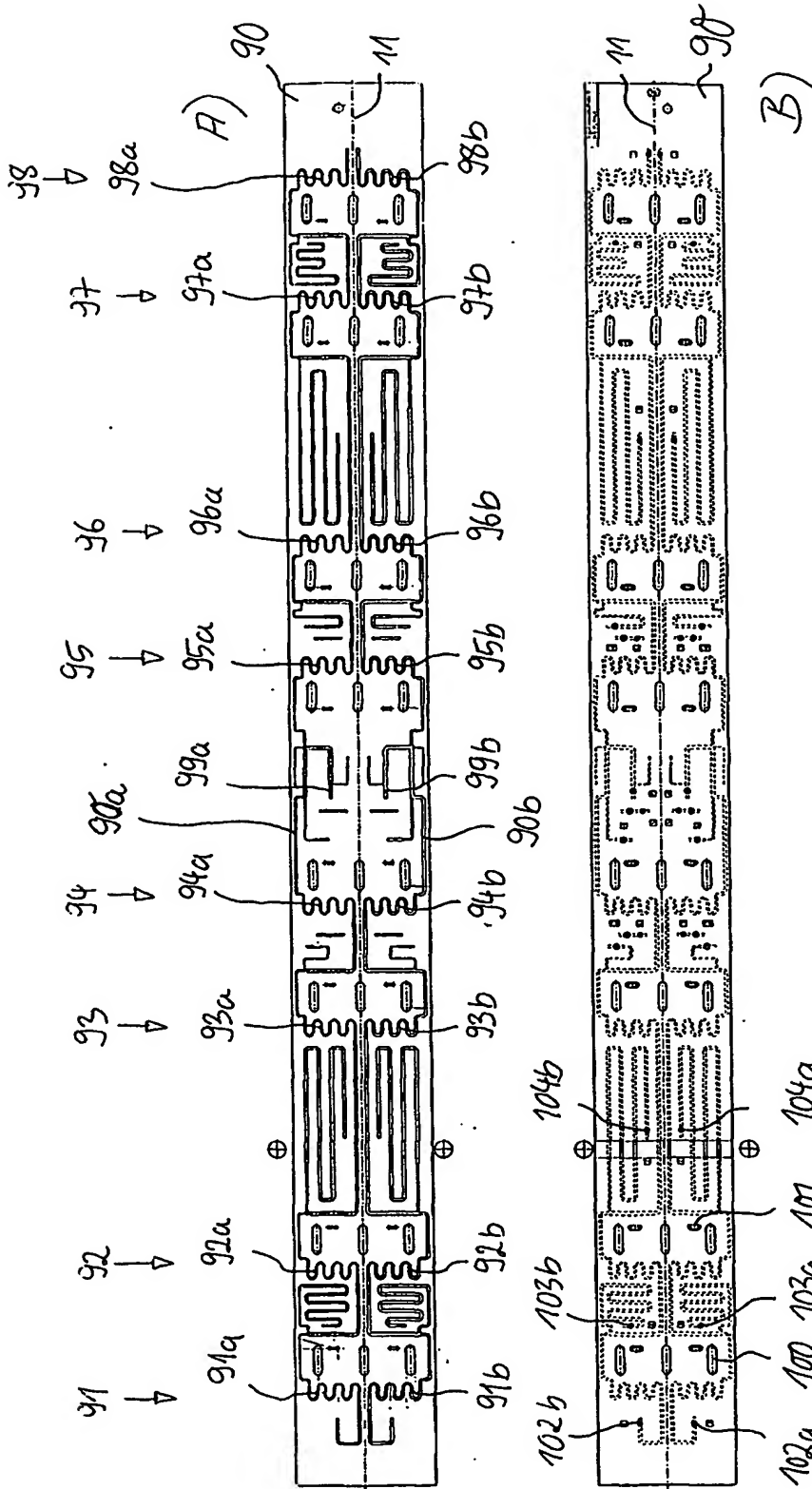


FIG. 9

5/5

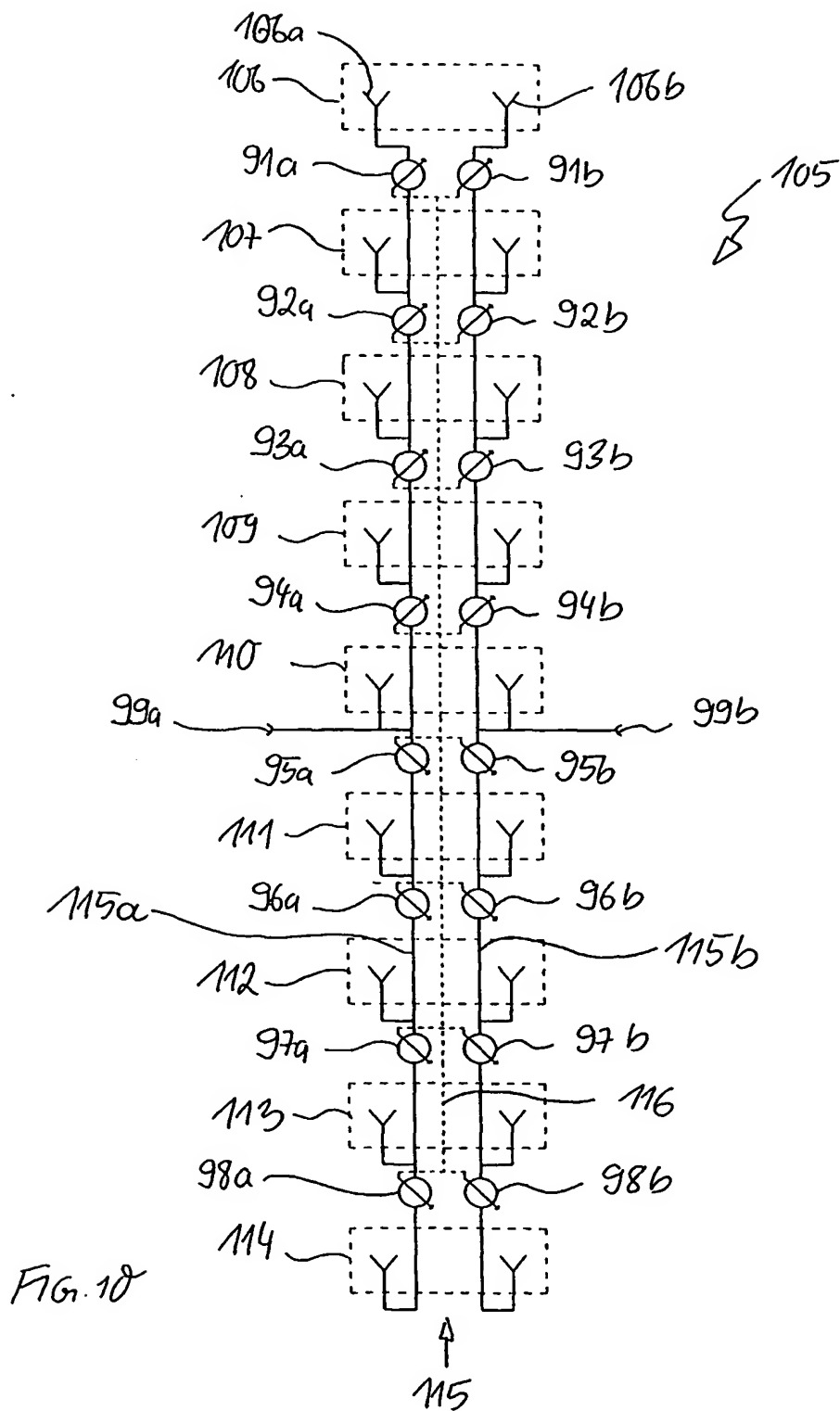


FIG. 10